

太田 尚孝 研究室

教養教育研究院 神楽坂キャンパス教養部 教授

おお た ひさたか
太田 尚孝 先生



先生と研究の学生たち

古代からの葉緑体バイオフィルムで、 生化学研究を幅広く学ぶ

人を含む様々な生物が生きる環境の基本に「酸素の存在」がある。その大元を最初に作ったのがシアノバクテリア（藍藻類）と呼ばれる微生物である。

「池やお堀が一面緑色に見えるのはこの仲間たちによるものです。地球最古の植物の一つで、二酸化炭素を取り込んで光合成を行い、酸素を排出する。葉緑体の元祖でもあるのです」と太田尚孝先生は話す。

オーストラリアにあるストロマトライトという世界最古、約 35 億年前の岩石は、このシアノバクテリアと泥などが層状となった構造を持っており、そのことから地球の空気を最初に作り出したのはシアノバクテリアの先祖たちなのだと考えられている。

シアノバクテリアを生化学研究に活かす

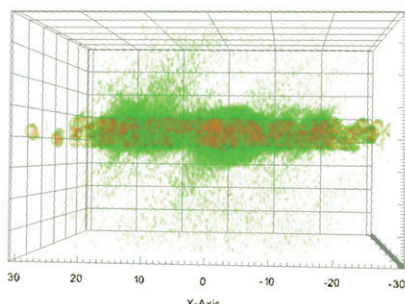
光合成は植物研究の中で最も重要な働きの一つだが、

水を分解して酸素を発生させるメカニズムそのものをはじめ、どんな反応で酸素が発生するか、分子の働き方、仕組みなども分かっていない、とても不思議な現象である。

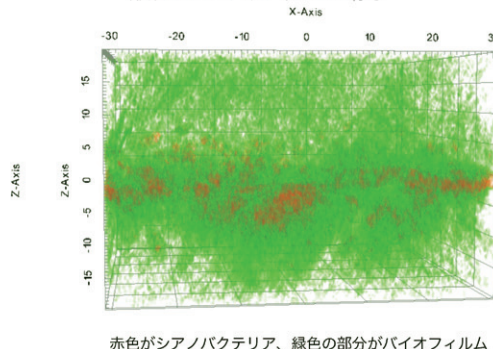
それでも近年は SDGs への貢献が可能な研究対象になってきている。現代の燃料の多くが化石燃料で二酸化炭素を排出しているのに対し、シアノバクテリアは植物なので研究が進めばバイオディーゼルを作らせることも可能というのだ。バイオディーゼルそのものがまだ実用段階にないが、すでにジェット燃料に何割かを混合させた燃料を作り、飛行機を飛ばすことができたという報告もあり、将来が期待される。

また、光合成により無機物から有機物が生産されることになり、食糧危機などの観点からも、大きな可能性を持つと考えられるようになっている。

野生株を
酸性ストレス条件下で3日間静置培養して
形成したバイオフィルムの様子



SII1951過剰発現株を
酸性ストレス条件下で3日間静置培養して
形成したバイオフィルムの様子



【図】シアノバクテリアの野生株と過剰発現株の酸性ストレス下での培養比較

バイオフィルムで研究の プラットフォームを作る

研究室ではシアノバクテリアの酸性ストレスへの耐性に着目し、遺伝子の同定と解析を行っている。その過程で、ある輸送体が細胞の表面にある主要なタンパク質（SII 1951）を細胞外に輸送することで酸耐性を獲得することを明らかにし

た。さらにこのタンパク質の機能を解析する過程で、タンパク質の過剰発現株がバイオフィームを過剰に生産することも発見している【図】。

一般的に微生物たちが作るバイオフィームはストレスに耐性を持つことが知られている。そのため、何らかのストレスを与えることでバイオフィームが誘導されるとも言われており、シアノバクテリアに酸性ストレスを与え、バイオフィーム過剰生産株を育て、そこで現れる可能性を追究することが、ここでの研究の中心となっている。植物研究の世界には様々なストレスを与えるという研究があるが、「酸性への耐性」を中心としているのが本研究室の特色といえよう。

「シアノバクテリアを大量に増やすために酸性ストレスを与えてバイオフィームを作らせ、これを研究のプラットフォームとして作り上げたい。そのために、学生たちを中心に遺伝子改変などによる変異株の創出などの実験が多く行われています」と研究室の活動について語ってくれた。

研究では常にバクテリアを培養し、どの程度成長するかを指標として遺伝子改変を行うため、日々の記録が大切な作業になっている。

シアノバクテリアと酸性にこだわる

「元々、私の興味は『酸性』というストレスを与えることにありました。生物はみな乾燥や寒さなど厳しい環境を乗り越えて発達してきました。シアノバクテリアは一つのモデルとなる植物ですから、『酸性』という厳しい環境を与えたときにどんな反応を見せるか、それを見つけて、厳しい環境に耐えうるものを作り、それを広く応用できるようにしたい、そういう研究が我々の一つの大きな目標となるのです」と話す。

極度の酸性で生きる藻類にチアニジウム（紅藻）があり、草津温泉の湯畑に生えているものがその典型だという。温泉の強い酸性の中で生きられるメカニズムを他の生き物に与えられれば、とも考えている。

バイオフィームの身近な例は、キッチンの排水口などに溜まるヌルヌルの黒い膜などである。これはシアノバクテリアにとって「衣服」というより「皮膚」に近い存在で、体の一部と言ってもいいもの、酸から自分の身を守る厚い皮膚を作るイメージになるだろう。

生化学を幅広く学ぶ

化学系で生物を扱う研究室は限られるため、生物に



皇居のお堀に繁茂する、シアノバクテリアの仲間

興味を持つ化学系の学生が集まる傾向が、本研究室にはある。大学4年から修士2年まで、各学年2～3人が在籍し、ゼミ講は週に2回全員で行っている。内容は日常の研究内容の発表などが中心になっている。

学生たちはこの研究室に入った理由を、

「環境問題などに興味があり、この研究室が『酸性雨でも育つ植物』を一つの大きな目標にしているということで選びました」

「理学部化学科から入ったのですが、一度、化学ではなく、生物研究の世界を見てみたいと思うようになり、この研究室を選びました」

「将来、生化学系の職につきたいと考えていて、それでこの研究室を選びました」

「学部時代は化学科で、有機化学、無機化学を学んだ中で、生化学、生物系の化学に興味を持ったため、ここを選びました」

「生化学、その中でも製薬などに興味がありましたが、病気以前の予防医学などにも興味が出て、植物の可能性を感じ、この研究室を選びました」

「植物が元々好きで、試験管で培養したり、植物を扱う実験ができることに惹かれました。また、工業系ではなく、環境問題、食料危機、エネルギー危機などに対応できる可能性を持つこの研究室で学びたいと思いました」などと様々に話してくれた。

後輩たちは先輩について、「何もわからない状態が入ったが、先輩たちに一から全部教えてもらった。先輩方もそういう経験があっとうまく受け継がれているので、この積み重ねが大事だと思った」とも話す。

太田先生は、

「この研究は修士を含めた3年間で一人一人の研究がものになるようなものではなく、長い期間が必要な研究活動なのです。先輩の研究を次代の学生が引き継いで、それを蓄積していくという研究スタイルも重要なのです」と話してくれた。

太田 正人（ジェイクリエイト）